

퇴구비를 시용한 중산간지 휴경답에서 초종별 영속성 및 건물생산성에 관한 연구

윤세형 · 지희정 · 이상훈 · 최은민 · 정민웅

Study on Dry Matter Yields and Persistence of Forage Plants Using Cattle Feedlot Manure in Fallow Paddy Land Located in the Mid-mountain Area

Sei Hyung Yoon, Hee Chung Ji, Sang-Hoon Lee, Eun-Min Choi and Min Woong Jeong

ABSTRACT

Recently, fallow paddy land located in the mid-mountain area (FPL) due to a decrease in rice consumption has increased in some regions of our country. So, grasses and forage crops available for years in once sowing should be introduced in FPL. This study was conducted to develop the technique for cultivation of grasses and forage crops using animal manure in FPL. The field experiments were carried out from 2007 to 2009 on FPL at Kumsan, Chungbuk province in Korea. Cattle feedlot manure (CFM) was prepared by mixing feces and urine of cattle with rice straw in cattle feedlot for 6 months. The experimental plots were consisted of four treatments; tall fescue-based mixed pasture applied with chemical fertilizer (Control), mono-tall fescue pasture (MTFP), tall fescue-based mixed pasture (TFBMP), mono-Perennial ryegrass (MPR-FCM), mono-Italian ryegrass (MIR-FCM), mono-Red clover (MRC-FCM) and mono-Reed canarygrass (MRCG-FCM) applied with FCM. The field of tall fescue-based pasture had been sown with a grasses mixture containing 'Fawn' tall fescue, 'potomac' orchardgrass, 'Reveille' Perennial ryegrass, and 'kenblue' Kentucky bluegrass, 'Kenland' Red clover. Seeding rates were 16, 6, 4, 2 and 2 ha^{-1} , respectively. DM yields of forages and rates of grass coverage was higher in MTFP, TFBMP and MRCG-FCM as compared with control treatment. This result means that FPL has contained with favorable conditions for growing grass, because forage productivity is more than 15 tons per ha per year in fallow paddy land. In addition, the farmer can save the trouble of repeated plowing and sowing every year, due to the introduction of perennial grasses. The farmer must conduct the re-seeding and induce the improvement of management methods for the elevation of the persistence of red clover and perennial ryegrass, because both red clover and perennial ryegrass having high nutritive value and palatability was less persistent. Therefore, we suggest that FPL may be the good land for forage production utilizing FCM and FCM can be applied on FPL without any negative effects on DM production and the property of soil. FPL of Korea can be better utilized by applying FCM to the mono and/or mixed swards.

(Key words) : Fallow paddy field, Cattle feedlot manure, Pasture

국립축산과학원 (National Institute of Animal Science, RDA, Cheonan, 330-801, Korea)

Corresponding author : Sei Hyung Yoon, National Institute of Animal Science RDA, Seonghwan-Eup, Cheonan 330-801, Korea. Tel:+82-41-580-6772; Fax:+82-41-580-6779; E-mail: himyoon@korea.kr

I. 서 론

최근 쌀의 소비가 줄고 벼의 생산성이 높아짐에 따라 논에 다른 작물을 재배 이용하는 면적이 늘어가는 가운데 벼 대체작물로서 조사료도 주요한 부분을 차지하고 있다. 논에서 조사료를 생산하는 형태는 식용벼를 재배한 후 답리작으로 동계사료작물을 재배는 형태, 벼 대체작물로 하계사료작물을 재배하고 동계사료작물을 재배하는 형태가 많이 연구되어 왔다. 이러한 형태는 모두 대단위에서 기계화가 가능한 지역이 대상이 되고 있다. 그러나 아직까지 식용벼 만큼의 소득을 올릴 수 있는 작물이 없어 경종농가는 식용벼를 고집하고 있으며, 조사료를 포함하여 식용벼를 대체하는 작물을 재배할 경우 거의 대부분이 지원금에 의존하고 있다. 따라서 벼 재배에 유리한 조건의 논은 소득이 높은 식용벼를 재배하고, 벼 재배에 불리한 논이 경작포기지가 되어 휴경논이 될 것으로 예상된다. 즉 경지정리가 잘 되어있고 기계화가 용이한 지역은 벼를 재배하는 논으로 남고 효율성이 떨어지는 중산간지의 논이 휴경될 것으로 예상된다. 또한 대체작물이나 답리작을 재배할 경우 전작물의 수확시기와 후작물의 파종시기가 겹쳐 어려움을 겪고 있다. 휴경논으로 전환되기 쉬운 중산간지의 논은 면적도 협소하여 기계화가 곤란하다. 즉 일년에 2회 이상 이루어지는 파종과 수확에 어려움을 겪을 수 있다. 따라서 이러한 중산간지 휴경논에서는 한번 파종하여 수년간 이용이 가능한 다년생 목초의 이용이 바람직하다. 최근 들어 화학비료의 가격이 급등하여 경종농가가 어려움을 겪는 가운데서도 축산농가는 가축분뇨의 처리에 어려움을 겪고 있어 퇴구비를 이용하여 중산간지에서 다년생 목초를 생산하는 것은 화학비료의 절감, 가축분뇨의 토양 환원, 수확이나 파종 등 번거로운 작업의 생략으로 노동비와 기계비용의 절감 등 다양한 효과를 올릴 수 있다. 그러나 휴경논은 새로운 초지생산기반으로 대두되

는 시기로 가축분뇨 환원을 통한 유기조사료 생산(윤b 등, 2009), 경사지에서의 가축분뇨 시용기술(육 등, 1997) 등 기존의 연구결과를 충분히 활용하여 시행착오 없이 추진되어야 할 것이다. 이에 본 연구에서는 중산간지 휴경논에서 우분퇴비를 이용한 목초재배 시 영속성과 건물생산성이 우수한 초종이나 혼파조합을 선 발하고자 한다.

II. 재료 및 방법

본 시험은 충남 금산의 중산간지 휴경논에서 2007년부터 2009년까지 3년에 걸쳐 수행되었다. 시험장소는 2004년까지 관수를 통해 실제 식용벼를 재배하던 논으로 3년간 밭작물이 재배되었거나 휴경되었던 재배경력을 가지고 있다.

퇴구비는 우분퇴비로 현지농가의 우분을 6개월 동안 충분히 부숙시켜 전 시험기간에 소요될 양을 일시에 확보하여 이용하였으며, 성분을 분석하여 시용하였다. 퇴구비의 시용기준이 되는 질소함량은 0.49%였으며, 시용량은 질소 기준 100%로 하였고, 시용시기와 시용량은 이른 봄 60%, 3회 예취 후 40%를 나누어 시용하였다.

처리내용은 대조구로 화학비료를 사용한 툴페스큐위주 혼파조합구로 하였으며 처리구는 가축분뇨를 시용한 툴페스큐(Fawn) 단파구, 페레니얼 라이그라스(Reveille)단파구, 툴페스큐위주 혼파조합(툴페스큐 16, 오차드그라스 6, 페레니얼 라이그라스 4, 켄터키블루그라스 2, 화이트클로버 2 (kg/ha)), 극만생 이탈리아인 라이그라스(Ace)단파구, 레드클로버(Kenland)단파구 및 리드 카나리그라스(Venture)단파구를 두었다. 이탈리아인 라이그라스는 월년생이나 일본에서 4-5년간 이용이 가능한 것으로 보고된 극만생 품종을 선택하였으며, 이용기간이 짧은 초종도 생산성과 사료가치가 높으면 보파를 통해 식생을 유지하려는 의도에서 채택하였다. 시험

구 크기는 2×3 = 6 m²이며, 난괴법 3반복으로 수행하였다. 목초수량은 예취적기에 연간 4회 수확하여 생초량을 측정하였으며, 그 중 일부를 채취 칭량한 후 60℃에서 48시간 건조 후 건물 생산량을 산출하였다. 사료가치는 20mesh의 Wiley mill로 분쇄하여, 조단백질은 Dumas 법으로 vario Max Elemental Analyzer (Elementar Analysensysteme GmbH, Hanau, Germany)를 이용하여 분석하였으며 (AOAC, 1999), NDF와 ADF는 Ankom Fiber Analyser (ANKOM Technology, 1998a)를 이용하여 분석하였다. IVDMD는 Daisy Incubator (ANKOM Technology Corporation, Fairport, NY)를 이용하여 분석하였다.

본 시험에서 얻은 결과는 Windows 용 SPSS/PC (Statistical Package for the Science, ver 12.0. USA) 통계프로그램을 이용하여 분석하였다. 위액 채취 시간에 따른 처리구 간의 비교는 one-way ANOVA test를 시행하였으며, 사후 분석은 LSD 방법에 의해 실시하였고, 유의수준 α는 0.05로 평가하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 초 장

초장은 가축분뇨를 시용한 처리구보다 화학비료를 시용한 처리구에서 높은 경향을 나타내었다. 이는 화학비료는 속효성으로 즉시 이용

이 가능한 형태로 공급되나 가축분뇨는 이용률이 낮기 때문인 것으로 판단된다. 이러한 경향은 초장 뿐만 아니라 건물수량 등 다양한 항목에서 인정되고 있다 (박 등, 2006, 윤a 등, 2006). 초종별 초장은 톨페스큐가 포함된 처리구에서 높고 페레니얼 라이그라스가 작았으나 이는 처리에 의한 효과라기 보다는 초종의 고유특성이라 볼 수 있다. 극만생 이탈리아인 라이그라스는 3년차에서 거의 소멸되어 1번초 이외에는 2년 평균의 초장을 조사할 수 없었다.

2. 건물생산성

각 초종의 영속성에 차이가 있어 조성 이듬해인 2008년에는 모든 초종의 생육이 정상적으로 이루어져 건물생산성이 조사되었으나, 조성 3년차인 2009년에는 소멸되어 건물생산성의 조사가 불가능한 초종이 나타났다. 레드클로버는 조성 2년차에는 수량이 매우 높아 우수한 초종으로 판단되었으나 3년차에는 식생이 불량해져 건물수량이 급격히 감소하였다. 톨페스큐 단파, 톨페스큐 위주 혼파조합 및 리드카나리 그라스는 지속적으로 높은 생산성을 유지하였다. 이는 중부지역의 논재배에 적합한 초종선발과 유사한 결과이다 (지 등, 2010). 이 세 처리구에서의 연간 건물수량이 15.07톤으로 이는 산지 경사초지에서 가축분뇨 시용시의 생산성 보다 매우 높은 결과이다 (정 등, 2007). 이는 중산간지

Table 1. The plant hight of grass and legume species at paddy field by the application of composted livestock manure (cm)

Treatment	1st cut	2nd cut	3rd cut	4th cut
Control (Tall fescue Mix)	100.3	91.2	90.8	72.7
Tall fescue	87.0	54.4	84.3	59.3
Perennial ryegrass	54.5	41.3	48.5	45.1
Tall fescue Mix	82.7	65.9	79.4	67.3
Italian ryegrass	70.1	—	—	—
Red clover	73.6	63.0	49.9	35.8
Reed canarygrass	74.0	79.2	95.1	66.2

Table 2. The dry matter yield of grass and legume species at paddy field by the application of composted livestock manure (ton/ha)

Treatment		1st cut	2nd cut	3rd cut	4th cut	Total
Control (Tall fescue Mix)	'08	8.78	3.75	4.00	5.00	21.53 ^a
	'09	12.72	4.38	3.52	5.99	26.61 ^A
	Mean	10.75	4.07	3.76	5.50	24.07 ^a
Tall fescue	'08	4.89	2.19	3.07	4.03	14.18 ^b
	'09	4.36	3.80	4.52	3.51	16.19 ^B
	Mean	4.63	3.00	3.80	3.77	15.19 ^{bc}
Perennial ryegrass	'08	3.99	1.75	1.44	4.33	11.51 ^b
	'09	2.67	3.25	—	0.87	6.79 ^D
	Mean	3.33	2.50	1.44	2.60	9.15 ^d
Tall fescue Mix	'08	4.10	2.57	3.03	3.84	13.54 ^b
	'09	8.78	4.16	2.87	3.91	19.72 ^{BC}
	Mean	6.44	3.37	2.95	3.88	16.63 ^{bc}
Italian ryegrass	'08	4.84	2.14	—	—	6.98 ^c
	'09	1.72	—	—	—	1.72 ^D
	Mean	3.28	2.14	—	—	4.35 ^e
Red clover	'08	7.61	6.74	4.48	3.04	21.87 ^a
	'09	8.95	1.85	3.34	—	14.14 ^C
	Mean	8.28	4.30	3.91	3.04	18.01 ^{bc}
Reed canarygrass	'08	4.59	—	2.72	3.97	11.28 ^b
	'09	5.45	2.80	4.22	3.06	15.53 ^{BC}
	Mean	5.02	2.80	3.47	3.52	13.41 ^c

* a-c, A-D and a-c Values with different letters are significantly different at the 5% level.

의 휴경답이 목초 재배에 매우 유리함을 입증하는 것이다. 이 정도의 생산성은 이탈리아 라이그라스에 뒤지지 않는 결과로 매년 파종 수확하는 노력을 절감하면서 이탈리아 라이그라스를 능가하는 생산성을 올릴 수 있음을 의미한다(농진청 2005). 따라서 이 초종과 조합은 중산간지 휴경논의 재배에 적합한 것으로 판단된다. 일본에서 극만생종으로 다년간 이용이 가능한 것으로 알려진 이탈리아 라이그라스(Ace)는(平野 등, 2006, 山本 등, 2008) 국내에서 재배되고 있는 이탈리아 라이그라스와 다르지 않은 생육특성을 나타내었다. 이는 극만생 품종에 맞는 재배관리가 필요한 것일 수도 있음을 의미한다. 페레니얼 라이그라스는 예취회수에 의한 건물수량 변이폭이 크고 3년차에서

는 예취가 불가능한 경우도 있어 휴경논 재배에 적합하지 않은 것으로 판명되었다. 레드클로버는 영속성은 떨어지나 조성 이듬해에는 화학비료를 시용한 대조구보다 높고 2년 평균수량도 높아 보파 등 식생유지를 위한 관리기술을 적용하여 재검토할 필요가 있다.

3. 목초율

영속성에 지대한 영향을 미치는 식생을 연차별 목초율로 나타내었으며 그 결과는 초종에 따라 차이를 나타내었다(Table 3). 다년생 목초 가운데 툴페스큐, 툴페스큐위주 혼파조합 및 리드카나리구는 우수한 영속성을 보여 3년간 양호한 식생을 나타냈다. 이에 비해 페레니얼

Table 3. Grass coverage of grass and legume species at paddy field by the application of composted livestock manure (%)

Treatment		1st cut	2nd cut	3rd cut	4th cut
Control (Tall fescue Mix)	'08	95.0	90.6	82.0	77.5
	'09	94.6	91.2	90.4	98.3
	Mean	94.8	90.9	86.2	87.9
Tall fescue	'08	94.6	78.3	65.7	81.0
	'09	73.0	93.7	95.3	97.0
	Mean	83.8	86.0	80.5	89.0
Perennial ryegrass	'08	96.8	95.4	93.7	44.7
	'09	11.7	58.0	4.0	—
	Mean	54.3	76.7	48.9	22.4
Tall fescue Mix	'08	87.1	78.3	66.4	83.7
	'09	93.7	87.3	90.7	90.7
	Mean	90.4	82.8	78.6	87.2
Italian ryegrass	'08	99.0	91.4	—	—
	'09	5.0	4.3	—	—
	Mean	52.0	47.9	—	—
Red clover	'08	97.4	96.8	83.0	95.0
	'09	100	95.0	2.3	—
	Mean	98.7	95.9	42.7	47.5
Reed canarygrass	'08	81.4	83.6	93.7	99.0
	'09	91.0	95.0	90.0	84.3
	Mean	86.2	89.3	91.9	91.7

라이그라스, 레드클로버 및 이탈리아 라이그라스는 시험 종료시까지 양호한 식생을 유지하지 못하고 3년차 3번초부터 목초율이 급격히 낮아짐을 알 수 있다. 레드클로버는 초종 특성상 영속성이 낮으나 조성 이듬해 식생은 매우 양호하였고, 건물생산성도 우수하였다. 페레니얼 라이그라스는 초종명에 나타난 바와 같이 영속성이 우수한 초종이나, 하고현상 등에 의해 식생이 부실화되는 결과를 초래하였다. 두과목으로 사료가치가 높은 레드 클로버와 화분과 목초 중 사료가치와 기호성이 높은 페레니얼 라이그라스는 초지조성 후 방치하면 3년차 2번초까지는 양호한 식생을 유지하다가 3년차 3번초부터 식생이 갑자기 불리하여지는 결과를 보였

다. 이러한 특성에 맞추어 3년차 3번초 예취시기에 보파 등을 통해 양호한 식생의 유지가 가능할 것으로 판단되어 이에 대한 노력이 수행된다면 레드클로버나 페레니얼 라이그라스의 이용도 고려할 수 있을 것이다.

4. 사료가치와 소화율

사료가치와 소화율은 퇴비구가 화학비료구보다 약간 우수하였다. 이는 사용된 비료원의 차이에 기인하는 것이 아니라 생육단계의 차이에 기인하는 것으로 판단된다. 즉 화학비료 사용구는 생육이 왕성하여 생육이 진행되었고 생육이 억제된 가축분뇨 사용구는 그에 비해 생

Table 4. ADF and NDF value of grass and legume species at Paddy Fiddle by the application of composted livestock manure (%)

Treatment	1st cut		2nd cut		3rd cut		4th cut	
	ADF	NDF	ADF	NDF	ADF	NDF	ADF	NDF
Control (TF Mix)	33.30	57.60	31.15	54.30	33.60	53.75	29.1	51.5
Tall fescue	34.36	54.26	34.42	59.15	35.36	60.69	28.2	48.3
Perennial ryegrass	28.31	48.13	34.80	55.11	34.44	54.51	25.9	43.3
Tall fescue Mix	28.63	45.28	33.22	52.05	35.22	57.07	26.0	44.2
Italian ryegrass	31.68	44.63	—	—	—	—	—	—
Red clover	28.36	45.05	30.13	42.51	36.44	51.28	—	—
Reed canarygrass	35.42	58.14	37.02	60.96	37.27	61.79	28.9	51.4

ADF = Acid detergent fiber, NDF = Neutral detergent fiber.

Table 5. CP and IVDMD value of content of grass and legume species at paddy field by the application of composted livestock manure (%)

Treatment	1st cut		2nd cut		3rd cut		4th cut	
	C P	IVDMD	C P	IVDMD	C P	IVDMD	C P	IVDMD
Control (TF(Mix))	14.22	64.75	16.15	67.65	19.57	66.55	16.6	75.4
Tall fescue	8.97	60.84	12.00	67.94	16.49	64.16	13.2	79.0
Perennial ryegrass	10.51	74.76	13.49	68.23	15.48	66.12	15.6	83.7
Tall fescue Mix	11.32	66.81	14.62	70.80	16.71	64.77	17.4	84.1
Italian ryegrass	10.47	72.89	—	—	—	—	—	—
Red clover	16.85	77.96	21.22	71.28	14.75	75.15	—	—
Reed canarygrass	12.84	64.99	13.57	57.26	12.50	59.14	15.7	72.8

CP = Crud protein, IVDMD = *In Vitro* Dry Matter Digestibility.

육단계가 늦어지게 된다. 즉 생육단계가 진행된 상태에서 NDF와 ADF의 값이 높아지고 조단백질 함량과 소화율은 낮아진다 (Goering 등, 1970). 초종별로는 페레니얼 라이그라스가 사료 가치 및 소화율이 높았다. 레드클로버와 페레니얼 라이그라스의 ADF, NDF 구성이 1번초와 2번초에서는 우수하나 3번초 이후에는 다른 초종과 차이가 없었다. 이는 식생이 불량해지면서 잡초의 발생이 증가한 점에 기인한다.

조단백질 함량은 당연한 결과이기는 하나 두 과사료작물에서 높았다. 툴페스큐 단과와 툴페스큐 위주의 혼파조합간에는 혼파한 처리구가 우수하였다.

5. 시험 전후 토양 분석

토양분석 결과 토양내 성분함량의 변화는 시험전과 시험 후에 큰 차이가 없었다 (Table 6). 이는 가축분뇨 시용량이 질소기준 100%에 맞추어져 있어 시용된 거의 모든 성분함량이 흡수 이용되었기 때문으로 판단된다. 인산함량이 높아져 가축분뇨의 시용시 인산축적의 우려가 있음을 시사하고 있다. 유기물함량은 퇴비구에서 약간 높아 퇴비 시용시 토양내 유기물의 함량이 높아짐을 알 수 있다 (Sommerfeldt 등, 1988).

Table 6. Change of soil characteristics of soil used in this experiment

Treatment	pH (1:5)	OM (g/kg)	Avail. P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ex. cations(cmol ⁺ /kg)		
				Ca	Mg	Na
Before the experiment	5.6	18.4	114.7	2.7	1.7	0.2
After the experiment	5.9	21.1	128.4	2.8	1.7	0.2

IV. 요약

쌀 소비 감소로 인해 발생하는 중산간지 휴경지에서 노동력 절감을 위해 한번 파종으로 다년간 이용이 가능한 목초의 도입을 위해 본 시험을 수행하였다. 장소는 충남 금산이며 처리는 화학비료를 이용한 툴페스큐 위주 혼파조합(대조구)과 퇴비를 시용한 툴페스큐(Fawn) 단파구, 페레니얼 라이그라스(Reveille)단파구, 툴페스큐위주 혼파조합(툴페스큐 16, 오차드그라스 6, 페레니얼 라이그라스 4, 켄터키블루그라스 2, 화이트클로버 2 (kg/ha)), 극만생 이탈리아 라이그라스(Ace), 레드클로버(Kenland)단파구 및 리드 카나리그라스(Venture)단파구를 두었다. 건물수량 및 영속성의 기준이 되는 목초율은 툴페스큐 단파구, 툴페스큐 위주 혼파구, 리드 카나리그라스가 우수하여 이 초종과 혼파조합이 중산간지 휴경지에서 퇴비를 이용하여 초지를 조성 이용할 경우 유리한 것으로 판명되었다. 또한 이 처리구의 ha당 연간 건물생산성은 15톤을 넘는 수준으로 중산간지 휴경지 목초 재배에 매우 유리함을 입증하고 있다. 또한 다년생 목초의 도입으로 매년 반복되는 경운 파종하는 번거로움을 생략할 수 있는 유리함도 있다. 또한 사료가치와 기호성이 높은 레드클로버나 페레니얼 라이그라스는 영속성이 낮으나 보파 등 관리방법의 개선을 통해 이용이 가능할 수 있을 것이다. 극만생 품종으로 4-5년간 이용이 가능한 것으로 보고된 극만생 이탈리아 라이그라스는 국내에서 재배되는 이탈리아 라이그라스와 같은 경향을 보였다. 이

는 다년생목초와 예취 및 비배관리를 동일하게 한 사실에 기인할 수도 있으므로 금후 이탈리아 라이그라스에 적합한 관리를 통해 재검토되어야 할 필요가 있다. 이와 같이 중산간지 휴경지에 적합한 초종이나 혼파조합을 이용하면 생력적으로 사료가치와 기호성이 높은 양질 목초의 고위 생산성을 달성할 수 있음이 입증되었다.

V. 인용문헌

1. 농진청. 2005. 표준영농교본 조사료. p. 96.
2. 박진길, 김종덕, 권찬호. 2006. 가축분뇨의 종류, 시비량 및 시비시기가 호밀의 생육특성과 생산성에 미치는 영향. 한초지. 26(4):227-232.
3. 신동은. 1999. 축종별 액상분뇨와 질소 사용량이 양질조사료의 수량, 사료가치 및 토양 특성에 미치는 영향. 서울대학교 박사학위논문.
4. 육완방, 금중성, 차용복, 김날렬, 이종민, 1997. 가축분뇨 시용에 의한 작물의 생산성과 분뇨의 지표 유출 및 용탈에 의한 수질오염 대책에 관한 연구. '97 축산분뇨처리 기술개발 연구결과보고서. 건국대학교 동물자원연구센터.
5. 윤세형a, 임영철, 김종근, 정의수. 2006. 초지에서 돈분액비 사용수준에 관한 연구, 한초지. 26(2):63-68.
6. 윤세형b, 임영철, 김종근, 이종경, 최순호, 조남철, 최기춘. 2009. 흑염소를 이용한 유기초지 조성 및 식생개선 효과. 한초지 29(3):227-234.
7. 정민용, 최기춘, 윤창, 김원호, 육완방. 2007. 경사지에 따른 우분액비의 시용이 목초의 생산성 및 양분의 유실에 미치는 영향. 한초지. 27(1):21-28.
8. 지희정, 이상훈, 윤세형, 이기원, 임영철. 2010. 중부지역 논 재배에 적합한 목초류 초종선발. 한

- 초지. 30(2):103-108.
9. AOAC, 1999. Official methods of analysis (16th ed.). Association & Official Analysis Chemists, Washington DC.
 10. Ankom. Technology Corporation. 1998. Method for determining acid detergent fiber, neutral detergent fiber and crude fiber, using the Ankom fiber analyser. Ankom Technology Corporation, 14 Turk Hill Park, Fairport New York 14450, USA
 11. Goering H.K and P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis. Agric. Handbook 379. U.S. Gov. Print. Office Washington DC.
 12. Moore, J.E. 1970. Procedure for the two-stage *in vitro* digestion of forage. University of Florida, Department of Animal Science. USA.
 13. Sommerfeldt, T.G., Chang C. and Entz T. 1988. Long-term annual manure applications increase soil organic matter and nitrogen and decrease carbon to nitrogen ratio. Soil Sci. Soc. Am J. 52:1667-1672.
 14. Tilley, J.A.M. and R.A. Terry. 1963. A two stage technique for *in vitro* digestibility of forage corps. J Brit. Grass. Sci. 18:140-151.
 15. 平野清, 中西雄二, 小路敦. 2006. 有機畜産へ向けた草地管理利用技術の開発 IV. 冬季イタリアンライグラス (エ-ス) 放牧草地の生産性. 日本草地學會誌 52 (別2):24-25.
 16. 山本嘉人, 北川美弥, 平野清, 的場和弘, 梅村恭子. 2008. 周年放牧に向けた冬季草地の造成管理利用技術の開発 2. ライムギとイタリアンライグラス単播草地の生産量と利用率. 日本草地學會誌 54(別):96-97.
- (접수일: 2010년 10월 26일, 수정일 1차: 2010년 11월 15일, 수정일 2차: 2010년 12월 07일, 게재확정일: 2010년 12월 13일)